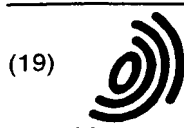


[14] 9928725

B14



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 714 139 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
29.05.1996 Bulletin 1996/22

(51) Int Cl.<sup>6</sup> **H01L 29/74, H01L 29/747**

(21) Numéro de dépôt: **95410131.7**

(22) Date de dépôt: **23.11.1995**

(84) Etats contractants désignés:  
**DE FR GB IT**

(72) Inventeur: **Bernier, Eric**  
**F-37390 Mettray (FR)**

(30) Priorité: **25.11.1994 FR 9414415**

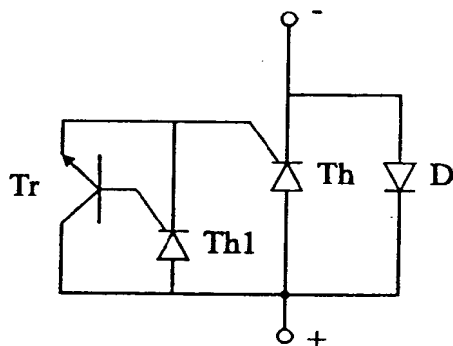
(74) Mandataire: **de Beaumont, Michel**  
**1bis, rue Champollion**  
**F-38000 Grenoble (FR)**

(71) Demandeur: **SGS-THOMSON**  
**MICROELECTRONICS S.A.**  
**F-94250 Gentilly (FR)**

(54) **Composant dipôle à déclenchement par retournement à sensibilité contrôlée**

(57) La présente invention concerne un composant dipôle à déclenchement par retournement en tension à sensibilité en retournement contrôlée, comprenant un thyristor principal (Th) dont la gâchette est connectée à

l'anode par l'intermédiaire d'un thyristor pilote (Th1), et un transistor d'amorçage (Tr) disposé en parallèle sur le thyristor pilote, la base du transistor d'amorçage étant reliée à la gâchette du thyristor pilote.



**Fig 7**

**EP 0 714 139 A1**

## D scription

La présente invention concerne un composant dipôle à déclenchement par retournement en tension, c'est-à-dire un composant ayant la fonction d'une diode de Shockley qui devient passant quand la tension à ses bornes dépasse un seuil prédéterminé. La présente invention plus particulièrement un tel composant à sensibilité en retournement contrôlée, c'est-à-dire dont la tension et le courant de retournement peuvent être déterminés avec précision à la fabrication. On cherche en particulier à prévoir un tel composant dans lequel le courant de retournement soit faible mais qui reste peu sensible aux déclenchements parasites liés à des fronts de tension (déclenchement en  $dV/dt$ ).

Un tel composant est par exemple utile dans un circuit d'allume-gaz tel que celui illustré en figure 1. Ce circuit comprend entre des bornes d'alimentation A et B, correspondant par exemple à la tension alternative du secteur à 220 volts, 50 Hz, une résistance  $R_s$ , une diode de redressement  $D_r$ , un interrupteur S, un condensateur C et le primaire d'un transformateur haute fréquence T. Le secondaire du transformateur comprend des enroulements L1 et L2 respectivement connectés à des éclateurs 1 et 2, par exemple destinés à deux foux d'une cuisinière à gaz. Entre la borne d'entrée du condensateur C et la borne B est disposé un circuit comprenant un thyristor Th, en antiparallèle avec une diode D. Entre la gâchette et l'anode du thyristor Th, est disposée une diode à avalanche Z.

Le fonctionnement de ce circuit va être exposé en relation avec la figure 2. Dans cette figure, la courbe 10 représente la tension entre les bornes A et B qui est une tension alternative de valeur de crête  $V_p$ . Une fois que le commutateur S est fermé, au début d'une alternance positive, le condensateur C commence à se charger jusqu'à ce que l'on atteigne la tension d'avalanche  $V_Z$  de la diode à avalanche Z. Alors, un courant tend à circuler dans la jonction gâchette-cathode du thyristor Th. Quand ce courant atteint une valeur  $I_{BO}$ , le thyristor Th entre en conduction dans un état de faible impédance et le condensateur C se décharge dans le thyristor Th puis à travers la diode D et il se produit un courant oscillant à haute fréquence de décharge du condensateur C dans le thyristor Th puis dans la diode en anti-parallèle D. Cette oscillation est convertie par le transformateur vers les enroulements L1 et L2 ce qui provoque l'apparition d'étincelles dans les éclateurs 1 et 2.

Ce circuit impose des conditions sévères d'amorçage du thyristor Th. En effet, une fois que la tension d'avalanche  $V_Z$  de la diode Z est atteinte, il faut qu'un courant  $I_{BO}$  suffisant pour amorcer ce thyristor Th puisse circuler. Ce courant  $I_{BO}$  est fourni par la tension d'alimentation redressée et la valeur maximale de ce courant est fixée par la relation :

$$R_s I_{BO(MAX)} = V_p - V_Z,$$

où  $V_p$  désigne la valeur de crête de la tension entre les

bornes A et B. En pratique, la tension  $V_Z$  est imposée pour avoir une tension de décharge suffisante et la résistance  $R_s$  maximum admissible doit être relativement élevée pour permettre de sélectionner une durée longue entre deux étincelles.

En supposant que  $R_s = 10$  kilohms, que la tension crête  $V_p$  entre les bornes A et B est de 300 volts, et que  $V_Z = 250$  V, on obtient :

$$I_{BO(MAX)} = (300 - 250) / 10\,000 = 5 \text{ mA}.$$

En pratique, ce courant d'amorçage est très faible pour un thyristor. En effet un thyristor usuel supportant une tension de 400 volts a un courant d'amorçage  $I_{BO}$  de quelques dizaines de milliampères. Une autre difficulté est que la tension  $V_Z$  de la diode à avalanche Z doit être fixée avec précision pour que cette valeur  $I_{BO(MAX)}$  ne soit pas trop variable et que la plage de déclenchement ne soit pas encore réduite.

La figure 3 représente la courbe tension-courant d'un thyristor actionné par retournement en tension. Quand la tension  $V_{BO}$  (la tension  $V_Z$  de la diode à avalanche) est atteinte, le courant dans le thyristor commence à croître puis la tension aux bornes du thyristor chute brutalement tandis que le thyristor devient passant dès que le courant dans ce thyristor a atteint une valeur  $I_{BO}$ . On cherche donc à former un composant dipôle du type thyristor ayant d'une part une valeur de  $I_{BO}$  faible, d'autre part une valeur de  $V_{BO}$  ( $V_Z$ ) bien déterminée.

La figure 4 représente un circuit classique de composant dipôle à déclenchement par retournement en tension comprenant un thyristor à amplification de gâchette permettant d'atteindre cette fonction. Le thyristor Th est associé à un thyristor pilote Th1. Les anodes des thyristors Th et Th1 sont interconnectées, la cathode du thyristor Th1 est reliée à la gâchette du thyristor Th par l'intermédiaire d'une résistance R. La diode de déclenchement Z est disposée entre anode et gâchette du thyristor Th1. La résistance gâchette-cathode du thyristor Th est désignée par  $R'$ .

Des techniques sont connues pour réaliser un thyristor Th1 très sensible mais cela impose d'utiliser entre cathode et gâchette une résistance R de valeur non négligeable (de l'ordre de 1 à 10 kohms) pour éviter que le thyristor Th1 ne se déclenche lors d'apparition de parasites sur l'alimentation, c'est-à-dire par un déclenchement en  $dV/dt$ .

Une réalisation classique sous forme de composant monolithique du circuit de la figure 4 est illustrée en figure 5. Ce composant est réalisé à partir d'un substrat de type N faiblement dopé 21. Dans la face supérieure du substrat, des régions 22, 23 et 24 de type P correspondent respectivement à l'anode de la diode D, à la gâchette du thyristor Th et à la gâchette du thyristor pilote Th1. Des régions 26 et 27 de type N correspondent respectivement aux cathodes des thyristors Th et Th1. La cathode du thyristor Th est munie de courts-circuits d'émetteur pour insensibiliser ce thyristor alors que la

cathode du thyristor pilote Th1 est dépourvue de courts-circuits d'émetteur pour rendre ce thyristor très sensible. La face arrière du substrat comporte, en regard des cathodes des thyristors Th et Th1, une région 28 de type P correspondant à l'anode commune des thyristors Th et Th1 et, en regard de la région d'anode 22 de la diode D, une région 29 de type N<sup>+</sup> correspondant au contact de cathode de cette diode. La face inférieure est uniformément revêtue d'une métallisation 30. Les zones de cathode du thyristor Th et d'anode de la diode D sont revêtues d'une métallisation 31. La région de cathode 27 du thyristor Th1 est reliée à la région de gâchette 23 du thyristor Th par une métallisation 32. La résistance R est réalisée sous forme d'une région 34 de type P à faible niveau de conductivité disposée entre les régions P 23 et 24. La jonction correspondant à la diode zener Z est réalisée en prévoyant une couche 35 de type N fortement dopée à l'interface entre la région 24 et le substrat 21.

La réalisation illustrée en figure 5 présente plusieurs inconvénients. D'une part, elle nécessite, en plus des couches classiquement utilisées pour la réalisation d'un thyristor, la présence de la couche "enterrée" de type N fortement dopée 35 et surtout la présence de la région de type P faiblement dopée 34 ce qui impose d'avoir recours à des étapes supplémentaires de fabrication. D'autre part, comme on l'a indiqué précédemment, pour que la résistance entre cathode et gâchette du thyristor Th1 soit suffisante, de l'ordre de 1 à 10 kohms, il faut que la région 34 soit très faiblement dopée ce qui impose des contraintes de fabrication qui rendent le dispositif difficile à reproduire d'un lot de fabrication à un autre.

Ainsi, un objet de la présente invention est de prévoir un composant dipôle à déclenchement par retournement contrôlé en tension et en courant, la valeur du courant de déclenchement étant fixée à une valeur faible.

Un autre objet de la présente invention est de prévoir un tel composant réalisable d'une façon technologiquement simple et reproductible.

Un autre objet de la présente invention est de prévoir un tel composant dans lequel les valeurs de tension et du courant de retournement puissent être choisies indépendamment.

Pour atteindre ces objets, la présente invention prévoit un composant dipôle à déclenchement par retournement en tension à sensibilité en retournement contrôlée, comprenant un thyristor principal dont la gâchette est connectée à l'anode par l'intermédiaire d'un thyristor pilote. Un transistor d'amorçage est disposé en parallèle sur le thyristor pilote, la base du transistor d'amorçage étant reliée à la gâchette du thyristor pilote.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, l'émetteur du transistor d'amorçage correspond à la région de cathode du thyristor pilote et la base du transistor d'amorçage correspond à la région de gâchette du thyristor pilote.

En d'autres termes, la présente invention prévoit un composant dipôle à déclenchement par retournement en tension constitué d'un thyristor vertical à amplification de gâchette comprenant en outre une région du type de conductivité du substrat remplaçant une portion de la couche d'anode du thyristor pilote en regard d'une portion de la région de cathode de ce thyristor pilote.

Ainsi, la présente invention prévoit un composant dipôle à déclenchement par retournement en tension à sensibilité en retournement contrôlée comprenant, dans un substrat semiconducteur, une première structure NPNP verticale correspondant à un thyristor principal, une deuxième structure NPNP verticale correspondant à un thyristor pilote, les anodes des thyristors principal et pilote correspondant à une même couche du côté de la face arrière du substrat. Une portion de la couche d'anode du thyristor pilote est remplacée par une région supplémentaire du type de conductivité du substrat, une métallisation de face arrière contactant les régions d'anode des thyristors et la région supplémentaire, une métallisation de cathode étant formée sur la cathode du thyristor principal et une métallisation de connexion reliant la cathode du thyristor pilote à la région de gâchette du thyristor principal.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le composant comprend en outre un prolongement de la région de gâchette du thyristor principal en vis-à-vis d'une région du même type de conductivité que le substrat pour former une diode anti-parallèle avec le thyristor principal.

Ces objets, caractéristiques et avantages ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite, à titre non-limitatif, en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

les figures 1 à 5 décrites précédemment représentent respectivement :

- un circuit d'allume-gaz,
- une courbe de tension V en fonction du temps t utile à l'explication du fonctionnement du circuit de la figure 1,
- une caractéristique d'amorçage par retournement en tension d'un thyristor,
- un circuit classique d'un thyristor associé à un thyristor pilote et à un élément de déclenchement,
- une vue en coupe schématique d'un composant mettant en oeuvre le circuit de la figure 4 ;

la figure 6 représente une vue en coupe schématique d'un composant selon la présente invention ; la figure 7 représente un schéma équivalent du circuit de la figure 6 ; et la figure 8 représente une courbe courant-tension utile à l'explication du fonctionnement du composant de la figure 6.

La figure 6 illustre une vue en coupe d'un composant selon la présente invention. Ce composant est pour l'essentiel identique à un composant classique de thyristor à amplication de gâchette (et à diode en anti-parallèle). Ce composant est constitué à partir d'un substrat 41 de type N faiblement dopé. Dans la face supérieure, des régions 42, 43 et 44 de type P correspondent respectivement à la région d'anode d'une diode D, à la région de gâchette d'un thyristor principal Th et à la région de gâchette d'un thyristor pilote. Dans les régions 43 et 44 sont respectivement formées des régions 46 et 47 de type N correspondant respectivement à la cathode du thyristor principal et à la cathode du thyristor pilote. La face arrière du substrat comporte une région 48 de type P en regard des régions de thyristor et une région 49 de type N en regard de la région d'anode de la diode D. La face arrière est revêtue d'une métallisation 50. Les régions de cathode 46 du thyristor Th et d'anode 42 de la diode D sont revêtues d'une métallisation 51. La région de cathode 47 du thyristor pilote Th1 est reliée à la région de base 43 du thyristor principal Th par une métallisation 52.

Le composant décrit jusqu'à présent est un thyristor à amplification de gâchette classique comprenant un thyristor principal associé à un thyristor pilote.

La seule modification qu'apporte la présente invention à cette structure classique consiste en une région de type N fortement dopée 54 disposée en regard d'une portion de la région de cathode 47 du thyristor pilote. On notera que la formation de cette région n'implique pas d'étapes supplémentaires de fabrication par rapport à la réalisation classique d'un thyristor à amplification de gâchette à diode anti-parallèle puisque cette région 54 peut être formée en même temps que la région de cathode 49 de la diode.

Toutefois, cette légère modification de structure modifie fondamentalement le fonctionnement du système. En effet, comme le représente la figure 7, la présence de la région 54 équivaut à disposer un transistor Tr en parallèle sur le thyristor Th1. L'émetteur de ce transistor correspond à la région de cathode 47 du thyristor. La base du transistor est constituée par la région 44 et est confondue avec la région de gâchette du thyristor Th1. Le collecteur du transistor correspond au substrat N et le contact sur ce collecteur est repris par la région N<sup>+</sup> 54.

A faible courant, comme le représente la figure 8, la caractéristique de l'ensemble est fixée par le transistor. Ce transistor est bloqué tant que la tension à ses bornes est inférieure à une valeur  $BV_{CEO}$  qui, d'après la formule de Miller, est égale à  $BV_{CBO}/\beta^{1/n}$ ,  $BV_{CBO}$  étant la tension de claquage de la jonction collecteur/base et  $\beta$  étant le gain du transistor. Pour  $\beta=10$  et  $n=4$ , si  $BV_{CBO}$  est égal à 390 volts, on aura  $BV_{CEO}=220$  volts. Ensuite seulement, une fois que le courant dans le transistor atteint une valeur  $I_{BO}$ , on a un retournement du thyristor. On notera que le réglage de ce courant de retournement du thyristor dépend essentiellement de la structure géo-

métrique (dimension et forme) de la région N<sup>+</sup> 54.

La tension de retournement du dispositif est donc essentiellement fixée par la jonction entre les régions 41 et 44 qui correspond à la jonction collecteur-base du transistor Tr. La résistivité du matériau de substrat 41 sera choisie, par exemple, de l'ordre de 15 à 25 ohms (2 à  $3 \cdot 10^{14}$  atomes/cm<sup>3</sup>) de façon que l'on ait une tension d'avalanche de cette jonction réglée à une valeur  $BV_{CBO}$ , par exemple de l'ordre de 350 à 450 volts.

La présence du transistor Tr permet de plus de désensibiliser le thyristor pilote Th1 par rapport à des claquages en  $dV/dt$ .

Parmi les avantages de la présente invention on notera que :

- on obtient un réglage simple de la valeur du courant de retournement  $I_{BO}$  par le choix de la surface et de la dimension de la région 54 ;
- on obtient un réglage indépendant de la tension de claquage par le choix des caractéristiques du transistor (dopage collecteur, dopage base, épaisseur de base) ; et
- le procédé de fabrication est beaucoup plus simple que celui de l'art antérieur puisque l'on évite les étapes de formation de couches supplémentaires telles que les couches 34 et 35 de la figure 5.

Bien entendu, alors que la présente invention n'a été décrite que dans le cadre de son application à un circuit d'allume-gaz, le composant selon l'invention pourra être utilisé dans toute structure où l'on désire utiliser un composant dipôle à déclenchement par retournement en tension dont la tension et le courant de retournement sont déterminés avec précision, le courant de retournement ayant une valeur faible. Par ailleurs, bien que, dans le mode de réalisation décrit, le composant soit associé à une diode anti-parallèle, il n'est pas toujours nécessaire de prévoir une telle diode.

## Revendications

1. Composant dipôle à déclenchement par retournement en tension à sensibilité en retournement contrôlée, comprenant un thyristor principal (Th) dont la gâchette est connectée à l'anode par l'intermédiaire d'un thyristor pilote (Th1), caractérisé en ce qu'un transistor d'amorçage (Tr) est disposé en parallèle sur le thyristor pilote, la base du transistor étant reliée à la gâchette du thyristor pilote.
2. Composant selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'émetteur du transistor d'amorçage correspond à la région de cathode (47) du thyristor pilote et en ce que la base du transistor d'amorçage correspond à la région de gâchette (44) du thyristor pilote.

3. Composant dipôle à déclenchement par retournement en tension ayant la structure d'un thyristor vertical à amplification de gâchette, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une région (54) du type de conductivité du substrat, remplaçant une portion de la couche d'anode du thyristor pilote en regard d'une portion de la région de cathode de ce thyristor pilote. 5
4. Composant dipôle à déclenchement par retournement en tension à sensibilité en retournement contrôlée comprenant, dans un substrat semiconducteur, une première structure NPNP verticale (46, 42, 41, 48) correspondant à un thyristor principal, une deuxième structure NPNP verticale (47, 44, 41, 48) correspondant à un thyristor pilote, les anodes des thyristors principal et pilote correspondant à une même couche (48) du côté de la face arrière du substrat, caractérisé en ce qu'une portion de la couche d'anode du thyristor pilote est remplacée par une région supplémentaire (54) du type de conductivité du substrat en regard d'une portion de la région de cathode de ce thyristor pilote, une métallisation de face arrière (50) contactant les régions d'anode des thyristors et ladite région supplémentaire (54), une métallisation de cathode (51) étant formée sur la cathode du thyristor principal et une métallisation de connexion (52) reliant la cathode du thyristor pilote à la région de gâchette du thyristor principal. 10 15 20 25 30
5. Composant selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un prolongement (42) de la région de gâchette du thyristor principal en face d'une région (49) du même type de conductivité que le substrat pour former une diode anti-parallèle avec le thyristor principal. 35

40

45

50

55

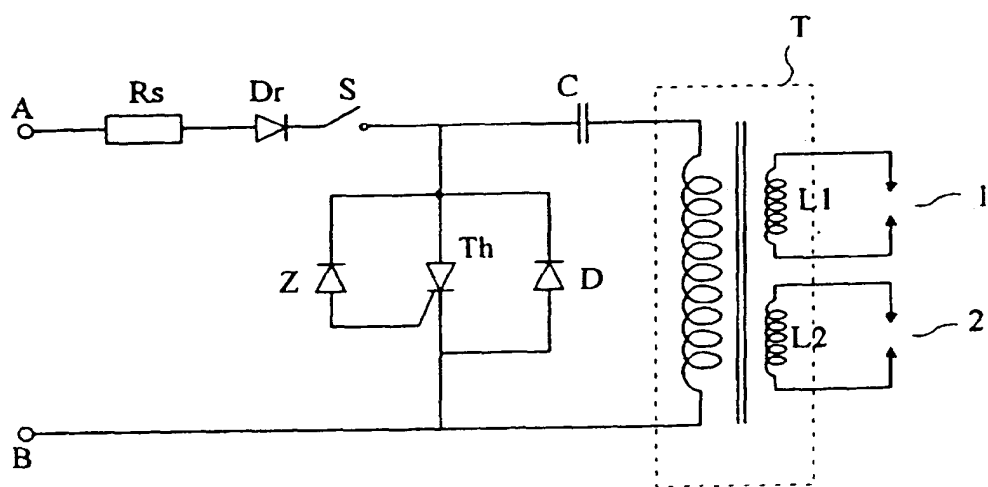


Fig 1

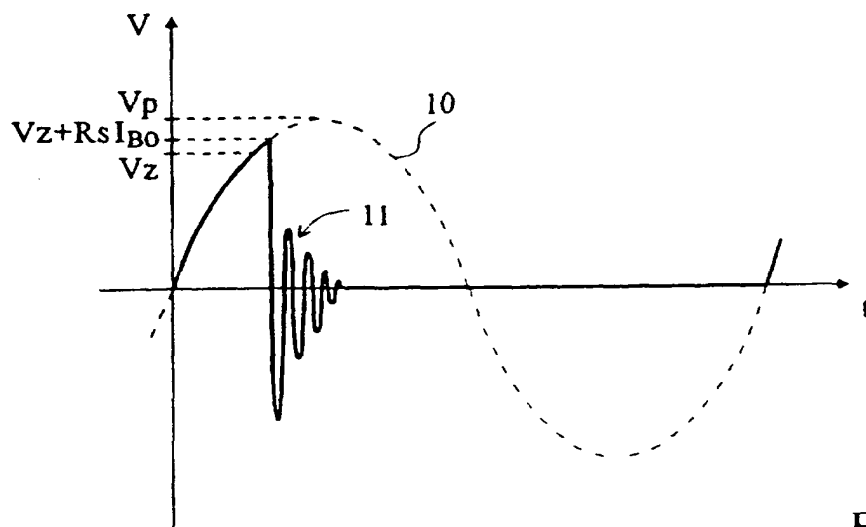


Fig 2

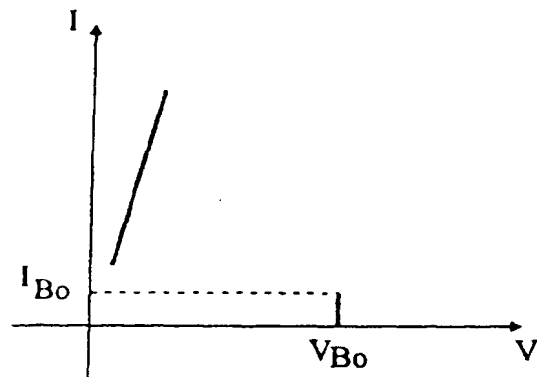


Fig 3

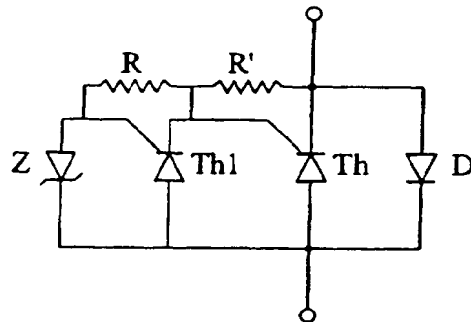


Fig 4

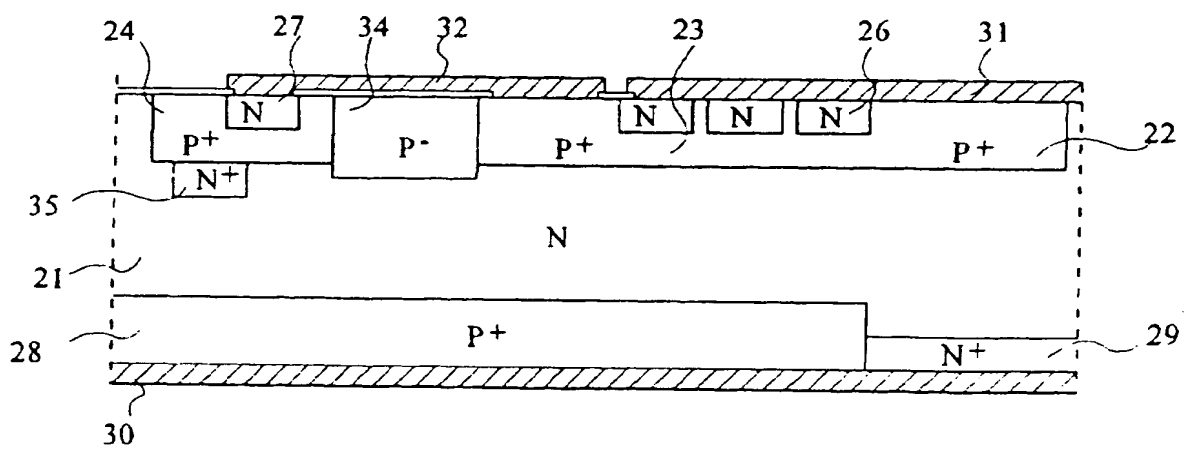
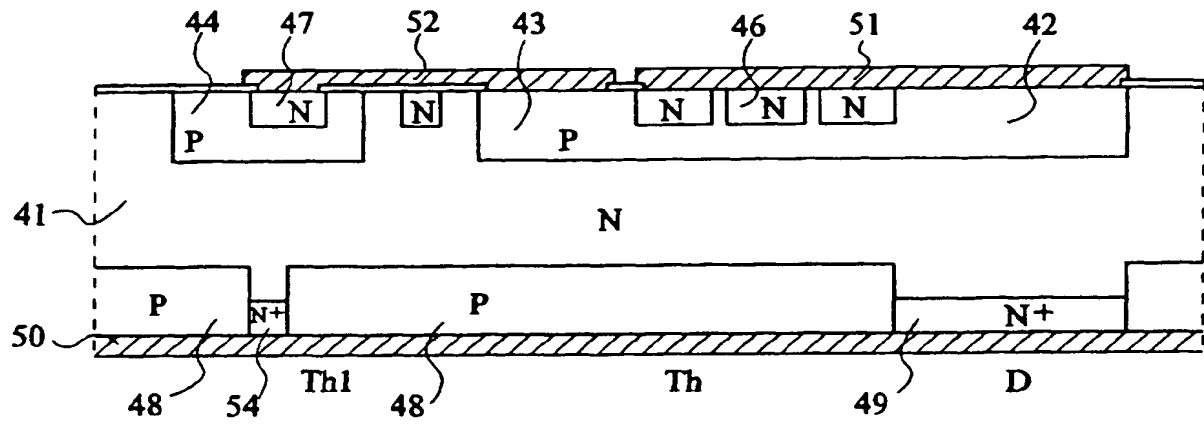
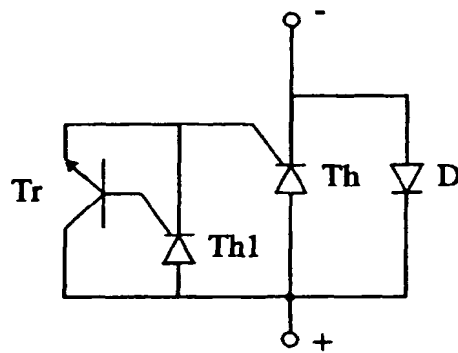


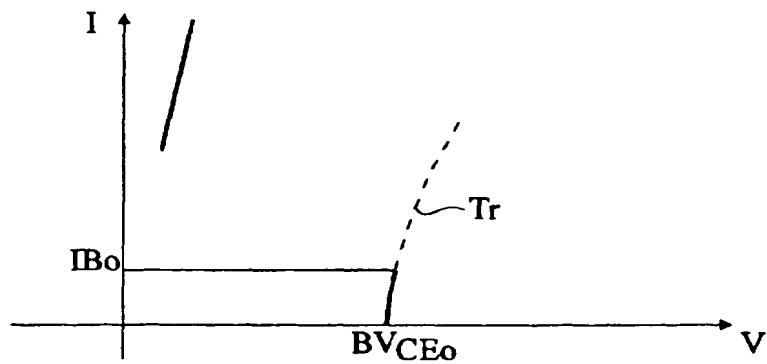
Fig 5



**Fig 6**



**Fig 7**



**Fig 8**





Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 95 41 0131

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
Y	GB-A-2 069 255 (B.W.WILLIAMS ET C.HALL) * abrégé; figures *	1,2	H01L29/74 H01L29/747
Y	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 5 no. 149 (E-75) [821] ,19 Septembre 1981 & JP-A-56 081970 (MITSUBISHI DENKI K.K.) 4 Juillet 1981, * abrégé *	1,2	
X	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 5 no. 117 (E-67) ,28 Juillet 1981 & JP-A-56 055068 (HITACHI LTD) 15 Mai 1981, * abrégé *	3,4	
Y		5	
Y	--- IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, vol. 31, no. 11, Novembre 1984 pages 1570-1591, MICHAEL S. ADLER ET AL. 'The Evolution of Power Device Technology' * figure 5 *	5	
A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 5 no. 95 (E-62) [767] ,20 Juin 1981 & JP-A-56 040277 (FUJI DENKI SEIZO K.K.) 16 Avril 1981, * abrégé *	1-5	
A	--- FR-A-2 412 169 (CUTLER-HAMMER WORLD TRADE) * figures *	1-5	
A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9 no. 85 (E-308) [1808] ,13 Avril 1985 & JP-A-59 217366 (TOSHIBA K.K.) 7 Décembre 1984, * abrégé *	1-5	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE		28 Février 1996	Sinemus, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 130 (01.91) (P/0002)

